

Измеритель действительной мощности.

Обычно мощность, отдаваемая от УМЗЧ в нагрузку, рассчитывается по показаниям вольтметра, подключенного к эквиваленту нагрузки по формуле $P=U^2/R$. Ничего не имею против устного счета при измерении выходной мощности усилителей низкой частоты или применения калькулятора, но, надеюсь, все со мной согласится, что это не слишком удобно. Кроме того, если нагрузка комплексная, то не учитывается реактивное сопротивление нагрузки (в простейшем случае - динамика), которая даже на относительно невысокой частоте 1 кГц уже имеет некоторое сопротивление (то есть вносится фазовый сдвиг).

Вниманию читателей предлагается несложный прибор, который измеряет действительную мощность на любой нагрузке. Максимальный предел измерения мощности - 100Вт, который может быть легко скорректирован в любую сторону. Точность измерения зависит от погрешности аналогового перемножителя и дрейфа ОУ усилителя тока. Однако, прецизионной точности измерения мощности в звуковой технике и не требуется (мы же не делаем прибор для учета электроэнергии J). К выходу прибора подключается любой тестер (аналоговый или цифровой, в режиме вольтметра), по которому и производится отсчет.

Предлагаемый прибор просто незаменим для отладки ламповых УНЧ, у которых максимум выходной мощности достигается при определенном значении нагрузки. Изменяя нагрузку (например реостатом) можно легко определить максимум отдаваемой мощности и скорректировать данные выходного трансформатора или режим ламп. Попробуйте проделать эту процедуру используя вольтметр и осциллограф! Представили?

В [Л] приводилась схема подобного прибора, только на импортной элементной базе. В описанной схеме имеется каскад пикового детектора, который имеет смысл для измерения мощности музыкального сигнала (например, в составе УМЗЧ). Для измерения мощности стационарного сигнала в таком каскаде нет необходимости.

. Вход прибора подключается в выходу УНЧ, а к выходу - реальная нагрузка. При этом измеряется напряжение и ток нагрузки, производится их умножение, а так же учитывается фазовый сдвиг. Ток, протекающий по R1, создает падение напряжения, которое усиливается до необходимого уровня, и подается на один из входов перемножителя DA2. На второй вход перемножителя подается напряжение, через делитель R8R7. Для предохранения этого входа от перенапряжения установлен стабилитрон D1. Следует заметить, что одна из стандартных балансировок DA2 отсутствует, а балансировка по входу 13 осуществляется резистором R4 в цепях DA1. Это позволяет уменьшить количество подстроек. Параметры делителя (R8R7) и коэффициент усиления DA1 подобраны таким образом, чтобы до мощности 100Вт микросхема DA2 не перегружалась (допустимое напряжение на ее входах - 10В). Напряжение на выходе DA2 можно рассчитать по формуле $U=XY/10$ (при закороченных выходах 1 и 2). То есть при напряжении на ее входах X и Y по 10В на выходе так же будет 10В. Описываемый прибор имеет константу преобразования $1Вт = 0,1В$. То есть при мощности 100Вт на выходе DA3 будет 10В. С выхода DA2 напряжение подается на фильтр R12C1, напряжение на котором пропорционально средней мощности, а с выхода фильтра через буфер DA3 - на измерительный прибор PU1, по которому и ведется измерение.

Детали. В качестве R1 можно использовать проволочное сопротивление достаточной мощности, так как через него может протекать значительный ток (несколько А). Можно использовать отрезок шунта, применяемого в стрелочных приборах типа Цхххх. Резисторы R6, R9, R10 - проволочные многооборотные. R11 - типа СПЗ-19 или аналогичное. К остальным деталям особых требований не предъявляется.

Питание прибора осуществляется от встроенного блока питания, обеспечивающего +/- 15В с током 50мА. Стабилизатор собран на микросхемах LM7815 и LM7915 по стандартной схеме.

Настройка прибора. Вначале балансируется перемножитель. Для этого к выходу DA2 (к4) подключаем осциллограф, на кт3 подаем со звукового генератора напряжение (около 0,5В, частота 1 кГц), резистором R4 добиваемся минимума на кт4. Для уточнения минимума поднимаем напряжение, подаваемое на вход (или увеличиваем чувствительность осциллографа). Затем подключаем генератор на кт1, и так же добиваемся минимума, но уже резистором R9. С помощью R10 устанавливаем "0" на выходных клеммах прибора (PU1). Для калибровки по мощности прибор подключаем к стабилизированному источнику питания, а на выход - нагрузку (обычно 4 или 8 Ом). На выход DA3 так же подключается прибор. Измеряя действительные напряжение и ток в нагрузке, вычисляем

потребляемую мощность ($P=UI$), добиваясь соответствия показаний PU1 с помощью резистора R11. Если им не удастся установить нужные показания, то подбирается резистор R8 (или R3).

Прибор полезно дополнить выходом для осциллографа, подключаемого переключателем к точкам кт2, кт3, кт4 для наблюдения формы тока/напряжения/мощности. Так же ничто не мешает встроить стрелочную головку (PU1), естественно с добавочным сопротивлением, непосредственно в прибор.

[Л] Дайджест Радиолюбби №1 1999 с.13, Измеритель действительной мощности Роберта Пенфолда